

因果ネットワークモデルに混在する 局所矛盾知識の検出修正システムを用いた知識の洗練

東洋情報システム 正会員 田中 成典 関西大学工学部 正会員 三上 市蔵
 関西大学大学院 学生員○前田 秀典 関西大学大学院 学生員 米田 慎二

1. まえがき 著者らはこれまで、鋼橋の疲労損傷における補修方法選定のためのエキスパートシステムを開発してきた。そこでは、事例知識を2項間の因果関係知識として整理した知識ベースを用いた。また、その知識ベースを取り扱うための推論エンジンを作成し、知識ベースから得られる情報を基に、システムが内部的に因果ネットワークモデルを生成する仕組みを考案した。しかし、システムが取り扱う因果ネットワークモデルには、矛盾が混在している可能性がある。なぜなら、断片的な知識ベースそのものには矛盾は存在しないが、統合的な因果ネットワークモデルに置き換えられた時に初めて矛盾が混在しているのが分かるためである。

そこで、文献1)では、因果ネットワークモデルに混在する局所矛盾(静的矛盾)を定義し、検出方法と解消方法について考察した。これを基に、文献2)では、局所矛盾知識の検出修正システムを構築した。

本研究では、この局所矛盾知識の検出修正システム²⁾を用いて、鋼橋疲労損傷の補修方法選定エキスパートシステムで用いた知識ベースの知識の洗練を行い、実行結果の妥当性について検討する。

2. 局所矛盾 因果ネットワークモデルの概略を Fig. 1 に示す。この因果ネットワークモデルに混在する局所矛盾は、入力層(外的要因、内的要因、作用力、亀裂様式)から出力層(補修方法)に向かう様々な経路から得られた推論結果(補修方法)から検出される。そこでは、各入力層と出力層の因果関係で、最も単純な経路を辿ってきた推論結果を基準とし、複雑な経路から得られた推論結果を比較して、相反する推論結果が得られた場合、矛盾が検出されたとする。次に、局所矛盾が多く存在する知識に対して、局所矛盾を減少させるように基準となる知識を修正する。

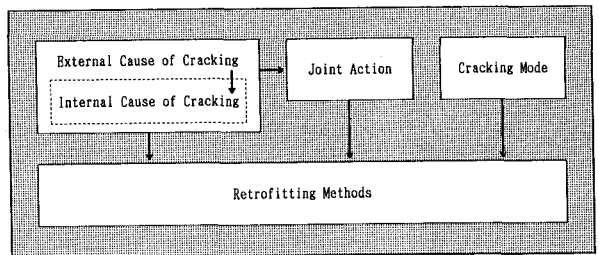


Fig. 1 Causal Network Model

3. 実行結果 鋼橋疲労損傷の補修方法選定システムで用いた知識ベースに対してシステムを実行する。

一例として、亀裂の外的要因である「defect of structural detail」を入力項目として、因果ネットワークモデルに混在する局所矛盾知識の検出、および修正を行った結果について以下に述べる。

ここで扱っている知識は4種類の結合の重みを有しているが、本研究では、真偽(positive, negative)のみの知識として扱う。ここで、知識を獲得する際に因果関係が不明であった知識を便宜上 negative な知識として扱う。

システムの実行結果を Fig. 2, Fig. 3 に示す。亀裂の外的要因として「defect of structural detail」を入力した場合、出力層(補修方法)に辿り着く経路は Fig. 2 に示すように 25 通り存在する。Fig. 3 に全経路[1]~[25]に対する推論結果を示す。ここで、Fig. 3 の[1]~[25]は Fig. 2 に対応しており、(1)~(24)は、出力層(補修方法)を表している。P は入力層から得られた出力層の推論結果が positive な関係であり、N は negative な関係であることを示している。

入力層と出力層を結ぶ最も単純な経路[1]から得られた推論結果を基準として、その他の経路[2]~[25]から得られた推論結果と比較し、相反する推論結果を矛盾とする。[2]~[25]の経路から得られた推論結果に対して矛盾が過半数以上存在し、基準となる推論結果[1]の真偽が negative である場合、真偽を

positive に置き換える。この方法によって修正した関係を Fig. 3 の[AM]に示す。

この修正の妥当性について検討する。亀裂の外的要因「defect of structural detail」と補修方法「(4) peening」の関係を例にとると、システムを実行する前は negative であったが、システムの実行後 positive に修正された。よって、亀裂の外的要因「defect of structural detail」に対して peening が有効な補修方法であるという結果が得られた。文献3)によると、Yellow Mill Pond 橋の疲労亀裂では、peening が補修方法の1つとして用いられている。ゆえに、このシステムを用いて知識が洗練されたことがわかる。

[1]	defect of structural detail ==>	retrofitting methods
[2]	defect of structural detail ==>	joint2 ==> retrofitting methods
[3]	defect of structural detail ==>	joint3 ==> retrofitting methods
[4]	defect of structural detail ==>	joint7 ==> retrofitting methods
[5]	defect of structural detail ==>	stress concentration ==> retrofitting methods
[6]	defect of structural detail ==>	stress concentration ==> joint2 ==> retrofitting methods
[7]	defect of structural detail ==>	stress concentration ==> joint3 ==> retrofitting methods
[8]	defect of structural detail ==>	stress concentration ==> joint7 ==> retrofitting methods
[9]	defect of structural detail ==>	stress concentration ==> joint9 ==> retrofitting methods
[10]	defect of structural detail ==>	stress concentration ==> joint10 ==> retrofitting methods
[11]	defect of structural detail ==>	stress concentration ==> joint12 ==> retrofitting methods
[12]	defect of structural detail ==>	secondary stress stress ==> retrofitting methods
[13]	defect of structural detail ==>	secondary stress stress ==> joint2 ==> retrofitting methods
[14]	defect of structural detail ==>	secondary stress stress ==> joint3 ==> retrofitting methods
[15]	defect of structural detail ==>	secondary stress stress ==> joint13 ==> retrofitting methods
[16]	defect of structural detail ==>	secondary stress ==> retrofitting methods
[17]	defect of structural detail ==>	secondary stress ==> joint2 ==> retrofitting methods
[18]	defect of structural detail ==>	secondary stress ==> joint3 ==> retrofitting methods
[19]	defect of structural detail ==>	secondary stress ==> joint7 ==> retrofitting methods
[20]	defect of structural detail ==>	secondary stress ==> joint12 ==> retrofitting methods
[21]	defect of structural detail ==>	secondary stress due to buckling ==> retrofitting methods
[22]	defect of structural detail ==>	secondary stress due to buckling ==> joint2 ==> retrofitting methods
[23]	defect of structural detail ==>	secondary stress due to buckling ==> joint3 ==> retrofitting methods
[24]	defect of structural detail ==>	residual stress ==> retrofitting methods
[25]	defect of structural detail ==>	residual stress ==> joint7 ==> retrofitting methods

Fig. 2 Routes from Input Term to Output Term

	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]	[24]	[25]	[AM]
(1) stop hole	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
(2) gouging	P	P	P	N	P	P	P	N	P	N	N	P	P	P	N	N	P	P	N	N	N	P	P	N	N	P
(3) grinding	N	P	P	P	P	P	P	P	N	N	N	P	P	P	P	P	P	P	P	N	N	P	P	N	P	P
(4) peening	N	P	N	P	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	P	N	P	N	P	N	P
(5) lengthening web gaps	P	P	P	N	N	P	P	N	N	N	N	P	P	P	N	N	P	P	N	N	N	P	P	N	N	P
(6) extending web thickness	P	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	P	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	P	N	N	P
(7) coring	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
(8) rewelding	P	P	P	P	P	P	P	P	P	N	N	P	P	P	P	P	P	P	P	N	N	P	P	N	P	P
(9) welding flange to stiffeners	P	P	P	N	N	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	P	N	N	N	P	P	N	N	P
(10) remelting with stiffeners	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N
(11) splice plate with stiffeners	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	P	N	N	P	N	N	N	N
(12) H.T.bolt	P	P	P	P	P	P	P	P	P	N	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
(13) splice plate	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
(14) insert plate	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
(15) tied by cable	N	P	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
(16) connecting main girder with floor beam	P	P	P	N	N	P	P	N	N	N	N	P	P	P	N	N	P	P	N	N	N	P	P	N	N	P
(17) connecting main girder with bracing	P	P	P	N	N	P	P	N	N	N	N	P	P	P	N	N	P	P	N	N	N	P	P	N	N	P
(18) connecting main girder with diaphragm	P	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	P
(19) connecting arch rib with floor beam	P	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	P	N	N	N	N	P	N	N	P
(20) replacment of shoe	P	P	N	N	P	P	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	N	N	N	P	N	N	N	P
(21) replacment of main girder	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N
(22) replacment of splice plate	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N
(23) new stiffeners	P	N	P	P	N	P	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	P	N	P	N	P	P
(24) vibration proof (e.g.damper)	N	N	N	P	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	P	N	N	N	N	P

Fig. 3 Inference Results and Amendments

4. あとがき 局所矛盾知識の検出修正システムを鋼橋疲労損傷の補修方法選定エキスパートシステムで用いた知識ベースに対してシステムを実行した結果、局所矛盾を生み出さないように知識を修正することで、知識を獲得する際に不明であった知識を有効な知識に置き換えることが可能になった。

参考文献 1)三上・田中・米田・前田：鋼橋疲労損傷の補修方法選定システムに関する矛盾知識の検出手法について、土木情報シンポ，pp.163-166，1992. 2)三上・田中・米田・前田：因果ネットワークモデルに混在する局所矛盾知識の検出修正システム—鋼橋疲労損傷の補修方法選定知識の洗練—，構造工学における数値解析法シンポ，1993. 3)Fisher（阿部・三木 訳）：鋼橋の疲労と破壊—ケーススタディー，建設図書，1987.